

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-227251

(43)Date of publication of application : 25.08.1998

(51)Int.Cl.

F02D 41/40

F02D 41/20

F02D 41/22

F02D 41/22

(21)Application number : 10-031155

(71)Applicant : ROBERT BOSCH GMBH

(22)Date of filing : 13.02.1998

(72)Inventor : BERGER JOACHIM
STROHRMANN MANFRED DR

(30)Priority

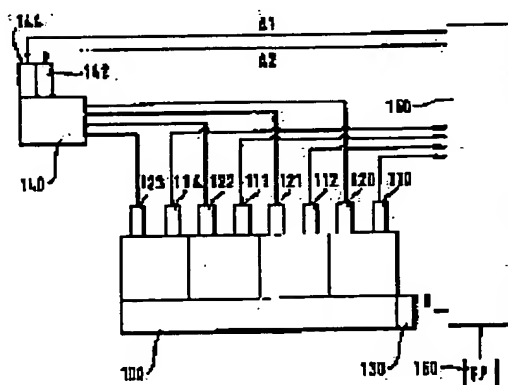
Priority number : 97 19705463 Priority date : 13.02.1997 Priority country : DE

(54) CONTROLLING METHOD AND DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrict combustion peak pressure to an allowable value, and suppress harmful effect to exhaust gas, by finding out a value for correcting a controlled variable when an amount by which combustion chamber pressure in at least one combustion chamber of an internal combustion engine is characterized exceeds a threshold value.

SOLUTION: In a control part 150 to which respective output signals of combustion pressure sensors 110-114 arranged per air cylinder, a rotational speed sensor 130 and a pedal position sensor 160 are inputted when a 4 cylinder internal combustion engine 100 is operated, a target value SBS against injection starting is found out according to driving conditions. This value is compared with the actual value, and a control signal is determined in an adjusting part on the basis of the compared result. Next, a control signal for controlling a setting part is found out from this control signal. Also, at this time, it is judged whether or not combustion chamber pressure is larger than a threshold value, and if it is large, the target value SBS is corrected so as to adjust injection starting to a delay direction, and an injection starting setting part 144 is controlled on the basis of the target value SBS after corrected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication :

2 759 416

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

98 01600

⑤① Int Cl⁶ : F 02 D 41/40, F 02 D 41/22, 41/24

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 11.02.98.

③⑦ Priorité : 13.02.97 DE 19705463.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 14.08.98 Bulletin 98/33.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH GESELLS-
CHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG — DE.

⑦② Inventeur(s) : BERGER JOACHIM et STROHR-
MANN MANFRED.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

⑤④ PROCÉDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE EN
PRÉDETERMINANT DES GRANDEURS DE COMMANDE POUR LE DOSAGE DU CARBURANT.

⑤⑦ Procédé et dispositif de commande d'un moteur à
combustion interne.

En fonction des paramètres de fonctionnement on pré-
détérmine des grandeurs de commande influençant le do-
sage du carburant. En fonction d'une grandeur qui
caractérise la pression dans au moins une chambre de
combustion du moteur on prédétérmine une valeur de cor-
rection de cette grandeur de commande.

FR 2 759 416 - A1



Etat de la technique

La présente invention concerne un procédé de commande d'un moteur à combustion interne, notamment d'un moteur à combustion interne à allumage non commandé, selon lequel, 5 suivant des paramètres de fonctionnement, on prédétermine des grandeurs de commande influençant le dosage du carburant.

L'invention concerne également un dispositif de commande d'un moteur à combustion interne comprenant des premiers moyens qui prédéterminent des grandeurs de commande influençant le dosage du carburant en fonction de paramètres de 10 fonctionnement.

On connaît un procédé et un dispositif de commande d'un moteur à combustion interne, par exemple selon le document DE-OS-26 53 046 (US-A-4 265 200). Ces documents décrivent un procédé et un dispositif de commande d'un moteur à 15 combustion interne à allumage non commandé consistant à prédéterminer une grandeur de commande pour influencer le dosage du carburant, notamment le début de l'injection, selon un paramètre de fonctionnement.

Les paramètres de fonctionnement sont prédéterminés pour obtenir des valeurs avantageuses, en particulier pour l'émission des gaz d'échappement. Dans le cas de tolérances défavorables du système d'injection, il peut arriver que dans un ou dans tous les cylindres des pressions de combustion trop élevées se produisent qui peuvent endommager le 20 moteur.

Dans les systèmes commandés sans réaction de la valeur réelle, les tolérances peuvent être relativement importantes. En général il n'y a pas de réaction de la valeur 30 réelle par manque de capteur approprié ou que les capteurs servent à d'autres fins.

On connaît des capteurs pour détecter la pression dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne. Un tel capteur est par exemple décrit dans le périodique « MTZ Motortechnische Zeitschrift 57 » (1996) 1, pages 16 35 à 22.

La présente invention a pour but de créer un procédé et un dispositif de commande d'un moteur à combustion

interne permettant d'éviter les pointes de pression de combustion trop élevées sans détériorer la qualité des gaz d'échappement.

Avantages de l'invention

5 A cet effet, l'invention concerne un procédé du type défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'en fonction d'une grandeur caractérisant la pression dans la chambre de combustion d'au moins une chambre de combustion du moteur, on prédétermine une valeur de correction de la grandeur de commande
10 si la grandeur caractérisant la pression d'au moins une chambre de combustion du moteur à combustion interne dépasse un seuil.

L'invention concerne également un dispositif du type défini ci-dessus, caractérisé en ce que des moyens qui,
15 en fonction d'une grandeur caractérisant la pression d'au moins une chambre de combustion du moteur à combustion interne, prédéterminent une valeur pour la correction de la grandeur de commande si la grandeur caractérisant la pression d'au moins une chambre de combustion du moteur, dépasse un
20 seuil.

Suivant d'autres caractéristiques avantageuses de l'invention :

- la grandeur de commande influence le début de l'injection et/ou la quantité de carburant à injecter,
- 25 • le début de l'injection est retardé et/ou la quantité de carburant à injecter est diminuée lorsque la grandeur dépasse le seuil,
- le début de l'injection est de nouveau déplacé vers l'avant et/ou la quantité de carburant à injecter est de nouveau
30 augmentée lorsque la grandeur passe de nouveau en dessous du seuil,
- la pression de la chambre de combustion est mesurable dans toutes les chambres de combustion et on détermine une valeur de correction individuelle pour chaque chambre de combustion,
35 • on utilise les valeurs de correction en tous les points de fonctionnement et/ou seulement dans la plage supérieure des vitesses de rotation et/ou des charges,

- les valeurs de correction sont limitées.

Dessins

La présente invention sera décrite ci-après à l'aide d'un exemple de réalisation représenté schématiquement dans les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre un schéma par blocs d'un moteur à combustion interne et sa commande;
- la figure 2 est un schéma par blocs du dispositif selon l'invention;
- la figure 3 montre un ordinogramme du procédé de l'invention.

Description des exemples de réalisation

La figure 1 montre un système de dosage de carburant appliqué à titre d'exemple à une pompe d'injection distributrice d'un moteur à combustion interne Diesel. Le procédé selon l'invention n'est pas limité à ce mode de réalisation ; il peut également s'appliquer à d'autres systèmes de dosage de carburant avec les éléments appropriés.

Le moteur à combustion interne porte la référence 100. Selon l'exemple de réalisation ce moteur 100 comporte quatre cylindres. A chaque cylindre est associé un capteur de pression de chambre de combustion 110, 112, 113, 114. Dans un mode de réalisation simplifié de l'invention, il n'est prévu qu'un seul capteur de pression de chambre de combustion. A chaque cylindre est en outre associé un injecteur 120, 121, 122, 123.

Les injecteurs 120-123 sont alimentés par une pompe de carburant 140. Le carburant arrive dans les cylindres du moteur par les injecteurs pour y brûler. La pompe à carburant 140 comporte un dispositif de réglage de quantité 142 et un dispositif de réglage de début d'injection 144. Le dispositif de réglage de quantité 142 reçoit le signal de commande A2 et le dispositif de réglage de début d'injection 144 reçoit le signal de commande A1.

Le moteur à combustion interne est également équipé de différents capteurs 130 fournissant par exemple un signal N relatif à la vitesse de rotation du moteur.

Les signaux de sortie des capteurs de pression équipant les chambres de combustion 110-114 et les autres capteurs 130 coopèrent avec une commande 150 fournissant les signaux de commande A1 et A2. La commande 150 traite d'autres signaux de sortie d'autres capteurs 160 fournissant par exemple un signal FP correspondant à la position de la pédale d'accélérateur et traduisant le souhait du conducteur.

La pompe à carburant et le dispositif de réglage de quantité 142, 144 correspondant ne sont donnés qu'à titre d'exemple. Dans les systèmes actuels, comme par exemple les pompes d'injection de type pompes distributrices, il est prévu un dispositif de réglage de quantité et un dispositif de réglage de début d'injection. Dans les systèmes plus récents il est uniquement prévu une électrovanne assurant les fonctions de réglage de quantités de début d'injection. En particulier dans le système appelé « système à rail commun », la pompe et le dispositif de réglage sont séparés. Ce système comporte seulement une pompe qui génère la pression du carburant. Le début de l'injection et la quantité injectée sont commandés par les injecteurs qui remplacent les injecteurs 120-123. Le procédé de l'invention s'applique également à de tels systèmes.

Partant des paramètres de fonctionnement décrits, la commande 150 fournit les signaux de commande A1 et A2 définissant le début de l'injection et/ou la quantité de carburant à injecter. Partant de ces signaux, on commande les organes de réglage appropriés; le dosage du carburant commence et se termine à un instant déterminé.

Notamment dans le cas de moteurs Diesel, l'instant du début de l'injection influence considérablement la combustion et par suite l'émission des gaz d'échappement. Pour réaliser une combustion aussi pauvre que possible en polluants, on prédétermine le début de l'injection à partir de différents paramètres de fonctionnement comme par exemple la vitesse de rotation et la quantité de carburant à injecter. Partant de cette valeur, on peut alors émettre le signal de commande A1 pour influencer le dispositif de réglage d'injection.

A cause des tolérances entachant notamment la pompe à carburant, le dispositif de réglage de début de l'injection et/ou la qualité du carburant, les dosages de carburant se font à des instants différents pour un même signal de commande A1. Dans les conditions limites défavorables ces tolérances engendrent une pression de combustion, maximale, très élevée. Lorsque le champ de caractéristiques est optimisé pour le début de l'injection pour régler, dans toutes les conditions limites, une pression qui ne dépasse pas une pression maximale autorisée, cela conduit à des émissions de gaz d'échappement plus importantes pour certaines conditions limites. Cela est particulièrement le cas aux vitesses de rotation élevées et/ou dans la partie supérieure de la plage de charge.

Selon l'invention, on conçoit la commande du début de l'injection et/ou la régulation du début de l'injection pour que les valeurs d'émission soient aussi favorables que possible mais on risque notamment, dans la plage supérieure des vitesses de rotation et/ou la plage supérieure de la charge, de rencontrer des pressions de combustion maximales trop élevées en cas de tolérances défavorables dans l'installation d'injection. Un capteur de pression de chambre de combustion 110 détecte la pression maximale. Lorsque la pression dans la chambre de combustion atteint une valeur limite, on déplace le début de l'injection pour faire diminuer la pression régnant dans la chambre de combustion. Cette procédure permet que, dans la plupart des conditions de fonctionnement, on respecte les valeurs avantageuses des gaz d'échappement et que l'on arrive à des valeurs défavorables pour les gaz d'échappement que pour certaines conditions critiques de fonctionnement. Dans le cas où la pression dans la chambre de combustion, élevée, est de manière univoque un indice d'un début d'injection qui se trouve dans la plage de tolérance mais qui commence relativement tôt, on peut corriger même des valeurs de gaz d'échappement défavorables.

La figure 2 montre la régulation correspondant du début de l'injection par un schéma par blocs. Les éléments déjà décrits à la figure 1 portent ici les mêmes références.

La référence 200 désigne un moyen fixant une valeur de consigne recevant le signal de sortie N du capteur de vitesse de rotation 130 ainsi qu'un signal de quantité de carburant QK d'un dispositif prédéterminant la quantité de carburant 210. Ce dispositif traite le signal fourni par les capteurs 130 et 160. Le signal de sortie A2 du dispositif prédéterminant la quantité 210 est en outre appliqué au dispositif de réglage de quantité 142.

Comme signal de quantité de carburant QK appliqué au dispositif prédéterminant la valeur de consigne 200 on peut utiliser, d'une part, le signal de commande A2 et, d'autre part, on peut utiliser d'autres signaux caractéristiques de la quantité de carburant à injecter.

Le dispositif prédéterminant la valeur de consigne 200 fournit une valeur de consigne SBS pour le début de l'injection. Le signal de sortie SBS du dispositif 200 est appliqué par un point de combinaison 240 à un régulateur de début d'injection 220. Au point de combinaison 240 on combine au signal de sortie SBS du dispositif prédéterminant la valeur de consigne 220, le signal de sortie d'un dispositif fournissant une moyenne de la valeur de correction 250. La moyenne de la valeur de correction reçoit au moins le signal de sortie P d'un capteur de pression de chambre de combustion 110. Partant de ce signal corrigé, un régulateur de début d'injection 220 définit une grandeur de sortie appliquée à un dispositif prédéterminant le signal de commande 230. Le signal de sortie A1 est appliqué au dispositif de réglage de début d'injection 144.

En variante, on peut influencer directement les valeurs du dispositif prédéterminant la valeur de consigne 200 avec le moyen fournissant la moyenne de la valeur de correction 250.

Le régulateur de début d'injection 220 est réalisé comme suit : la valeur de consigne SBS est appliquée par un point de combinaison 222 à un régulateur 224. Le point de combinaison 222 combine la valeur de consigne SBS à la valeur réelle SBI qui provient du dispositif prédéterminant la valeur réelle 226. Comme dispositif prédéterminant la valeur

réelle on peut par exemple utiliser un capteur de mouvement d'aiguille.

Le procédé selon l'invention peut s'appliquer à la fois à des systèmes régulés avec un régulateur de début d'injection 220 et des systèmes à commande de début d'injection, c'est-à-dire sans régulateur de début d'injection 220.

L'installation représentée fonctionne de la manière suivante :

Partant d'un signal indiquant la quantité de carburant injectée QK et d'au moins un signal de vitesse de rotation N, le dispositif prédéterminant la valeur de consigne 200 fournit une valeur de consigne SBS pour le début de l'injection. Cette valeur de consigne est choisie pour donner une émission minimale de gaz d'échappement.

En cas de régulation, cette valeur est comparée à la valeur réelle au point de combinaison 222. Partant de cette comparaison, le régulateur fournit un signal de commande. Ce signal arrive au dispositif prédéterminant le signal de commande 230.

En l'absence de régulation, la valeur de consigne SBS arrive directement au dispositif prédéterminant le signal de commande 230. Celui-ci prédétermine un signal de commande A destiné à l'actionneur 144.

Le dispositif faisant la moyenne de la valeur de correction 250 vérifie si la valeur maximale de la pression P dans la chambre de combustion est supérieure à une valeur de seuil.

Dans l'affirmative, cette valeur de consigne SBS est corrigée. On corrige de préférence le signal pour retarder le début de l'injection.

Le procédé est représenté de manière détaillée par l'ordinogramme de la figure 3.

Par convention, dans l'ordinogramme de la figure 3, la lettre N représente une réponse négative à une question et la lettre J une réponse positive à une question.

Dans une première étape 300 on détermine la valeur de consigne SBS du début de l'injection par le dispositif faisant la moyenne de la valeur de consigne 300 à partir

de différents paramètres de fonctionnement. Puis, dans l'étape 310, on commande l'actionneur correspondant et le dosage du carburant. La pression maximale P qui se produit dans la chambre de combustion au cours de la combustion est saisie dans l'étape 320. L'interrogation 330 vérifie si cette valeur maximale de la pression P dans la chambre de combustion est supérieure à un seuil S. Si cela n'est pas le cas on a une nouvelle étape 300 ou dans le cas de la réalisation de l'invention on a l'étape 400. Si cela est le cas, dans l'étape 340 on augmente une valeur de correction SK d'une valeur prédéterminée K1.

L'interrogation 350 suivante vérifie si la valeur SK est supérieure à un seuil SW. Si cela n'est pas le cas, dans l'étape 360 on corrige de la valeur SK la valeur de consigne de début d'injection SBS.

Cela signifie que la valeur maximale de la pression P régnant dans la chambre de combustion est trop grande si bien que la valeur de consigne SBS ou le signal de commande A1 sont corrigés pour le début de l'injection pour déplacer ce début d'injection afin que la valeur maximale de la pression dans la chambre de combustion diminue. Cela se fait de préférence en retardant le début de l'injection. Il est particulièrement avantageux de régler dans le sens du retard le début de l'injection en procédant par de petites étapes, suivant la valeur K1, jusqu'à obtenir la pression acceptable S dans la chambre de combustion.

La valeur de correction maximale nécessaire SW est connue grâce aux tolérances possibles. On corrige la valeur maximale possible avec cette valeur de correction SK dans l'étape 350. Cela signifie que la valeur SK est supérieure à SW si bien que dans l'étape 370 on limite la valeur SK à la valeur SW.

Puis, dans l'étape 380, on augmente une seconde valeur de correction MK d'une seconde valeur K2. Dans l'étape suivante 399 on diminue la quantité de carburant à injecter QK de cette valeur de correction MK. Cela signifie que si la correction du début de l'injection ne suffit pas pour abaisser suffisamment la valeur maximale de la pression dans la

chambre de combustion, on réduit également par étape la quantité à injecter QK.

A la suite des étapes 399 et 360 on revient à l'étape 300.

5 Il est particulièrement avantageux que la correction du début de l'injection et/ou de la quantité injectée puisse être annulée si la pression maximale dans la chambre de combustion tombe en dessous de la valeur maximale autorisée. Cette annulation se fait de préférence par étapes jusqu'à ce que la pression maximale dans la chambre de
10 combustion se trouve juste au seuil S. Cela est particulièrement avantageux si l'augmentation de la pression dans la chambre de combustion a été provoquée par une influence temporaire. Il s'agit par exemple d'une modification des propriétés du carburant.
15

La figure 3 montre ce cas dans les étapes 400 à 430. L'interrogation 400 vérifie si la valeur de correction SK est inférieure ou égale à zéro. Dans l'affirmative, c'est-à-dire il n'y a pas eu correction du début de l'injection, alors on passe à l'étape 420. Si cela n'est pas le cas, c'est-à-dire qu'il y a eu correction du début de l'injection, on passe à l'étape 410. A l'étape 410 on diminue la valeur de correction SK de la valeur K1, c'est-à-dire que la correction du début de l'injection est annulée. La valeur K1 peut également différer de la valeur K1 de l'étape 340. Enfin, on a
20 l'étape 420.
25

L'interrogation 420 vérifie si la valeur de correction MK est inférieure ou égale à zéro. Dans l'affirmative cela signifie qu'il n'y a pas eu correction de la quantité à injecter et on passe à l'étape 300. Si cela n'est pas le cas, c'est-à-dire qu'il y a eu correction de la quantité à injecter, alors on passe à l'étape 430. Dans l'étape 430 on diminue la valeur de correction MK de la valeur K2, c'est-à-dire que l'on annule la correction de la correction à injecter. La
30 valeur K2 peut différer à ce moment de la valeur K2 de l'étape 380. Enfin, on a l'étape 300.
35

Aux figures 2 et 3, l'invention a été décrite à l'aide d'un exemple de capteur de pression dans la chambre de

combustion. Selon l'invention il est également possible d'associer un capteur de pression à la chambre de combustion de chaque cylindre et de faire une correction correspondant à celle décrite aux figures 2 et 3 pour chaque cylindre.

5 Selon l'invention on prévoit d'utiliser la valeur de correction SK pour tous les points de fonctionnement. Cela signifie qu'une valeur de correction est valable pour l'ensemble du champ des caractéristiques de valeurs de consigne. En plus et/ou en variante, on peut également prévoir de
10 ne faire qu'une correction dépendant du point de fonctionnement. Par exemple, il est avantageux que la correction agisse dans la plage supérieure de la charge et/ou de la vitesse de rotation. Cela signifie qu'il y a correction de la valeur de consigne seulement pour les points de fonctionnement et/ou
15 les valeurs du champ de caractéristiques pour lesquelles la vitesse de rotation N est supérieure à un seuil et/ou que la quantité de carburant à injecter Q_k est supérieure à une valeur de seuil.

 Le procédé selon l'invention permet d'obtenir,
20 dans la conception du champ de caractéristiques de début d'injection 200, un degré de liberté puisqu'il ne tient pas compte d'une pression maximale de combustion trop élevée mais est optimisé pour des valeurs d'émission correctes. Il est particulièrement avantageux de mesurer directement les gran-
25 deurs critiques du moteur, à savoir la pression maximale de combustion. L'exploitation du signal de pression P régnant dans la chambre de combustion est très simple puisque l'on saisit uniquement la valeur maximale, c'est-à-dire la valeur maximale de la pression dans la chambre de combustion au mo-
30 ment d'une combustion.

R E V E N D I C A T I O N S

- 1°) Procédé de commande d'un moteur à combustion interne, notamment d'un moteur à combustion interne à allumage non commandé, selon lequel, suivant des paramètres de fonctionnement, on prédétermine des grandeurs de commande influençant le dosage du carburant, caractérisé en ce qu'en fonction d'une grandeur caractérisant la pression dans la chambre de combustion d'au moins une chambre de combustion du moteur, on prédétermine une valeur de correction de la grandeur de commande si la grandeur caractérisant la pression d'au moins une chambre de combustion du moteur à combustion interne dépasse un seuil.
- 2°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la grandeur de commande influence le début de l'injection et/ou la quantité de carburant à injecter.
- 3°) Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le début de l'injection est retardé et/ou la quantité de carburant à injecter est diminuée lorsque la grandeur dépasse le seuil.
- 4°) Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le début de l'injection est de nouveau déplacé vers l'avant et/ou la quantité de carburant à injecter est de nouveau augmentée lorsque la grandeur passe de nouveau en dessous du seuil.
- 5°) Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que

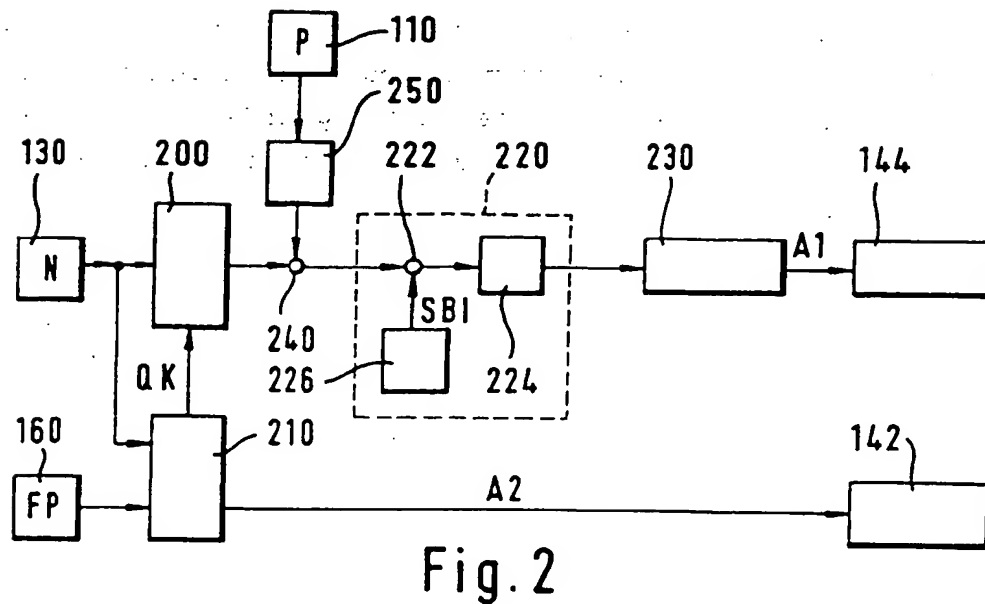
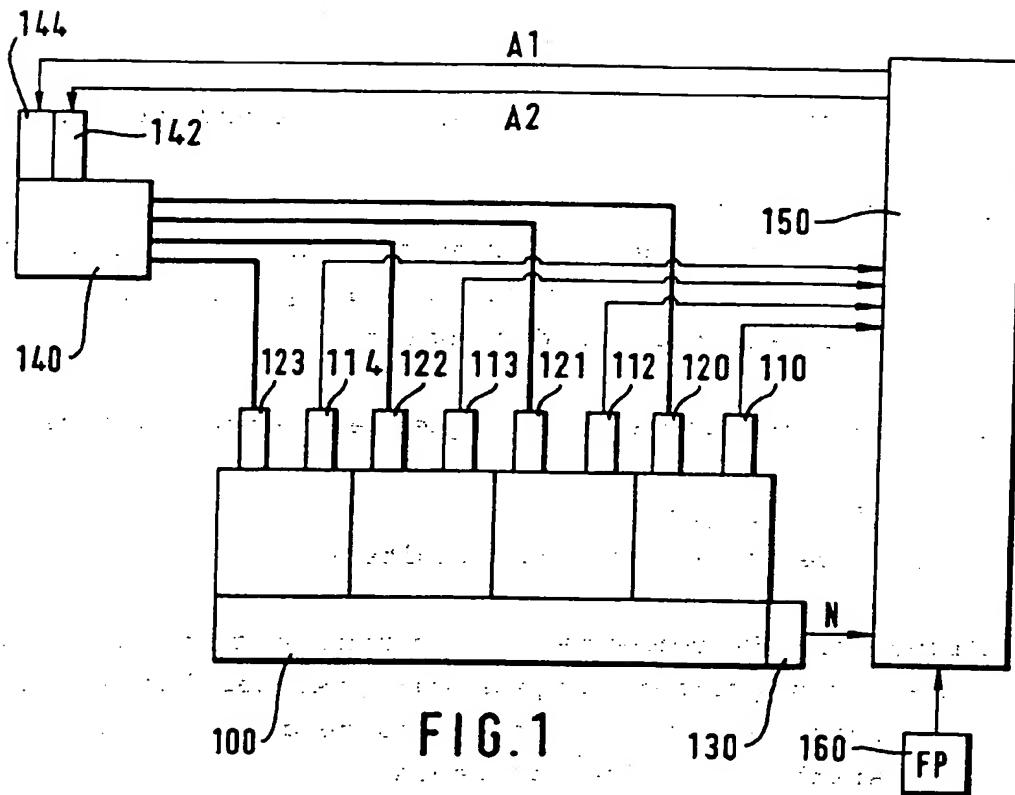
la pression de la chambre de combustion est mesurable dans toutes les chambres de combustion et on détermine une valeur de correction individuelle pour chaque chambre de combustion.

5 6°) Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu'
on utilise les valeurs de correction en tous les points de
fonctionnement et/ou seulement dans la plage supérieure des
10 vitesses de rotation et/ou des charges.

7°) Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
15 les valeurs de correction sont limitées.

8°) Dispositif de commande d'un moteur à combustion interne comprenant des premiers moyens qui prédéterminent des grandeurs de commande influençant le dosage du carburant en fonction de paramètres de fonctionnement,
20 caractérisé par
des moyens qui, en fonction d'une grandeur caractérisant la pression d'au moins une chambre de combustion du moteur à combustion interne, prédéterminent une valeur pour la correction de la grandeur de commande si la grandeur caractérisant
25 la pression d'au moins une chambre de combustion du moteur, dépasse un seuil.

PL I/2



PL 11/2

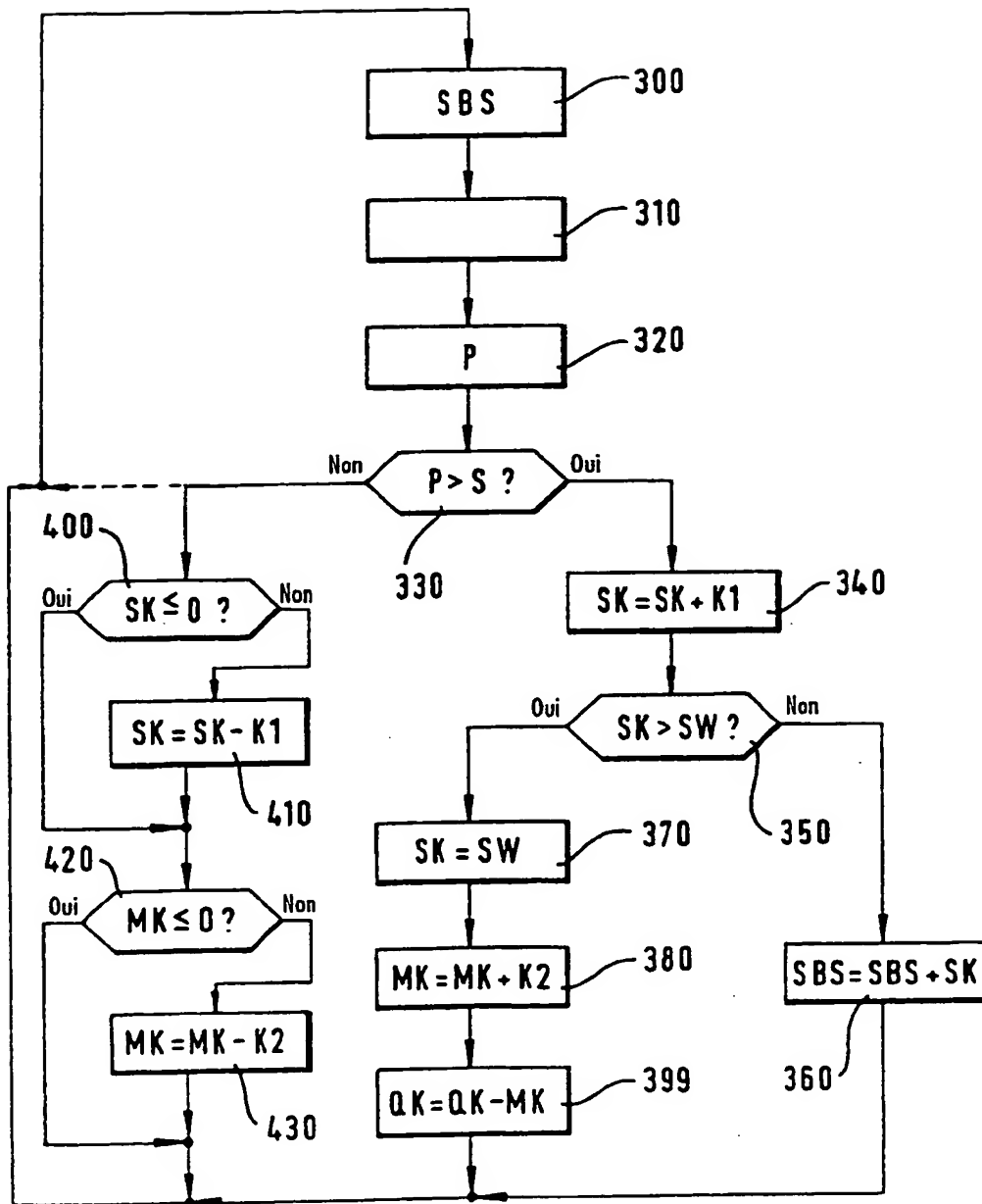


FIG. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.